

PREDIKSI UMUR DAN PENGELOLAAN DTA WADUK NGANCAR, BATUWARNO, WONOGIRI, JAWA TENGAH

Umma Iltizam Nurulloh
umma.iltizam.n@gmail.com

Slamet Suprayogi
ssuprayogi@ugm.ac.id

Abstract

The aims of this research are to determine the dynamics of reservoir storage capacity, service estimation and catchment area management recommendation. Primary data were obtained from field survey, measuring reservoir elevation mapping with echosounder tools, and mapping bathymetry. ArcGIS software used to process the data of reservoir elevation and the result is bathymetry map of Ngancar Reservoir in 2016. The results showed the storage capacity has been decreased during 2011-2016 from 1.566.024,40m³ to 1.269.904,65m³. The storage capacity reduction caused by the sediment of 296.119,75m³, and sedimentation rate is 59.223,95m³/year. Assuming the same land use and the sedimentation rate tends to stabilize, the lifetime of reservoir Ngancar is 21 years, so reservoir service is only 95 years. That's lifetime reduced 5 years which supposed to be 26 years left. Having function as Bengawan Solo's upper stream area, the catchment area need to be preserved as regional water reserves. Government policy and the relevant agencies need to be reinforced.

Keywords: reservoir lifetime; sedimentation; reservoir storage capacity; Ngancar Reservoir; catchment area management

Abstrak

Tujuan penelitian ini yaitu mengetahui dinamika kapasitas tampungan, prediksi umur relatif serta memberikan arahan pengelolaan DTA Waduk Ngancar. Pengolahan data pemetaan menggunakan software ArcGIS dan menghasilkan peta batimetri Waduk Ngancar tahun 2016. Hasil penelitian menunjukkan kapasitas tampungan Waduk Ngancar pada tahun 2016 mengalami penurunan dibandingkan 2011, yaitu dari 1.566.024,40m³ menjadi 1.269.904,65m³. Pengurangan kapasitas tampungan tersebut disebabkan adanya sedimen sebesar 296.119,75m³. Selama kurun waktu 2011-2016 terjadi laju sedimentasi sebesar 59.223,95m³/tahun. Dengan asumsi penggunaan lahan yang sama dan laju sedimentasi cenderung stabil maka sisa umur Waduk Ngancar yaitu 21 tahun dan berumur relatif 95 tahun. Angka tersebut mengalami percepatan 5 tahun dimana seharusnya berdasarkan rancangan awal masih 26 tahun. DTA Waduk Ngancar sebagai hulu Sungai Bengawan Solo perlu dijaga fungsinya sebagai kawasan cadangan air. Kebijakan pemerintah maupun instansi yang terkait perlu dipertegas agar kondisi DTA Waduk Ngancar cenderung stabil. Sinergi antara pemerintah, dinas pengelola dan masyarakat perlu ditingkatkan guna pengelolaan DTA Waduk yang lebih baik.

Kata Kunci: umur waduk; sedimentasi; kapasitas tampungan waduk; Waduk Ngancar; pengelolaan DT

PENDAHULUAN

Waduk Ngancar merupakan salah satu waduk di Kabupaten Wonogiri yang menjadi hulu Sungai Bengawan Solo. Waduk Ngancar yang membendung Sungai Belik atau Sungai Jarak terletak di Desa Selopuro, Batuwarno, Wonogiri (Balai Besar Wilayah Sungai Bengawan Solo, 2011). Bendungan di Waduk Ngancar dibangun oleh pemerintah Belanda pada tahun 1942 hingga 1944, yang kemudian pada tahun 1966 oleh pemerintah Indonesia dipulihkan kembali fungsinya (Wibagiyo dkk, 1998).

Bendungan tersebut terletak di atas kontak batuan antara batu breksi dengan batugamping koral (Wibagiyo, dkk, 1998). Batuan breksi termasuk dalam batuan beku sedangkan batugamping koral termasuk batuan sedimen. Batuan breksi merupakan batuan yang daya tekannya kuat (Prasetya, 2013). Batugamping koral dapat terbentuk di lingkungan sungai, delta, dan laut dangkal yang mana hasil endapan fosil binatang.

Penggunaan lahan yang kurang sesuai, menyebabkan erosi pada daerah tangkapan hujan. Laju erosi yang meningkat memicu transpor erosi dan menyebabkan sedimentasi pada tampungan waduk. Waduk yang dimanfaatkan untuk sumber irigasi, menjadi penting bagi keberlanjutan pertanian di sekitar outlet. Sedimentasi yang terjadi di Waduk Ngancar menyebabkan pendangkalan pada waduk tersebut.

Pengurangan kapasitas tampungan waduk menyebabkan volume yang dapat tertampung semakin berkurang. Akibatnya, risiko banjir dapat menimpa daerah sekitar outlet dan sungai yang menuju Waduk Gajah Mungkur. Selain itu, waduk yang tertutup sedimen dari tahun ke tahun, maka lama kelamaan akan tertutup semua dan tidak dapat berfungsi sebagaimana mestinya. Penurunan kapasitas tampungan waduk, perlu diperhatikan

karena dapat mempengaruhi umur layanan waduk tersebut bagi Sungai Bengawan Solo.

Berdasarkan pola pemikiran tersebut, permasalahan yang diangkat dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut.

1. dinamika kapasitas tampungan Waduk Ngancar pada kurun waktu 2011 sampai dengan 2016.
2. Umur relatif Waduk Ngancar.
3. Arahana Pengelolaan DTA

METODOLOGI PENELITIAN

Bahan dan Alat

- a. GPS
- b. Echosounder
- c. Kapal
- d. Baju Pelampung
- e. Software ArcGIS dan Ms Excel
- f. Citra satelit dan data dasar informasi Waduk Ngancar

Metode

Data yang dikumpulkan berupa data primer dan sekunder. Data sekunder yang dikumpulkan yaitu data dasar waduk, pengukuran batimetri waduk pada tahun 2011 (BBWS,2011) dan data kapasitas tampungan waduk. Data primer berupa hasil pengukuran batimetri dengan metode *sounding*.

Data primer dari pengukuran *sounding* langsung di waduk diimpor ke komputer dan diolah menggunakan software ArcGIS. Tujuan pertama mengetahui kapasitas tampungan waduk, diperoleh dengan perhitungan pada software tersebut berupa volume waduk. Setiap kontur memiliki nilai luasan. Software ArcGIS akan dengan mudah menghitung luasan setiap kontur. Luasan kontur digunakan untuk menghitung volume waduk dengan persamaan berikut ini.

$$\text{Volume} = 1/3 * D * (A_n + A_{(n+1)} + \sqrt{A_n * A_{(n+1)}}) ..$$

.....(1)

dimana :

D : interval kontur

A : luas kontur

Volume antara kontur satu dengan yang lain dijumlahkan sehingga didapat volume waduk total tahun 2016. Volume waduk ini akan menjadi kapasitas tampungan total waduk terbaru. Hasil pengukuran kapasitas tampungan waduk tersebut dapat dibandingkan dengan hasil pengukuran pada tahun 2011.

Perubahan kapasitas tampungan waduk tersebut dapat dianalisis jumlah sedimen yang ada di waduk atau yang masuk ke waduk selama periode waktu selang antara 2 pengukuran dilakukan. Perhitungan laju sedimentasi di dalam waduk dihitung berdasarkan hasil sedimen yang didapat pada pengukuran tersebut. Perhitungan sedimen dan laju sedimentasi waduk dapat dilakukan dengan persamaan sebagai berikut.

$$\text{Sedimen} = \text{Vol. Waduk Pengukuran 1} - \text{Vol. Waduk Pengukuran 2}$$

$$\dots\dots\dots(2)$$

$$\text{Laju Sedimentasi} = \text{Sedimen (2)} / \text{selang waktu pengukuran}$$

$$\dots\dots\dots(3)$$

Berdasar hasil perhitungan ini didapatkan rata-rata volume sedimentasi per tahun atau laju sedimentasinya dengan asumsi penggunaan lahan pada tangkapan hujan waduk tetap sama. Hasil perhitungan kapasitas tampungan waduk dan laju sedimentasi dapat dibuat prediksi umur relatif waduk sesuai kondisi waduk saat ini. Hal ini dengan menghitung kapasitas tampungan waduk sebagai kapasitas *dead storage* waduk. Umur relatif waduk dihitung dengan jangka waktu penuhnya kapasitas tampungan dengan sedimen setiap tahunnya. Sesuai asumsi sebelumnya, prediksi umur waduk didapat dengan penggunaan lahan sama. Perhitungan prediksi sisa umur waduk dapat menggunakan persamaan sebagai berikut.

Kapasitas dead storage

$$Tw = \frac{\text{Kapasitas dead storage}}{\text{Volume sedimen tahunan}}$$

$$\dots\dots\dots(4)$$

Arahan pengelolaan DTA waduk menggunakan metode secara deskriptif. Hasil perhitungan dan analisis volume, sedimen, laju sedimentasi dan umur waduk, digunakan untuk dasar arahan pengelolaan DTA Waduk Ngancar. Arahan pengelolaan ini perlu pengkajian pada kondisi wilayah yaitu penggunaan lahan, stakeholder, maupun kegiatan konservasi yang sudah ada. Hasil analisis dibuat arahan dan saran pengelolaan DTA Waduk Ngancar.

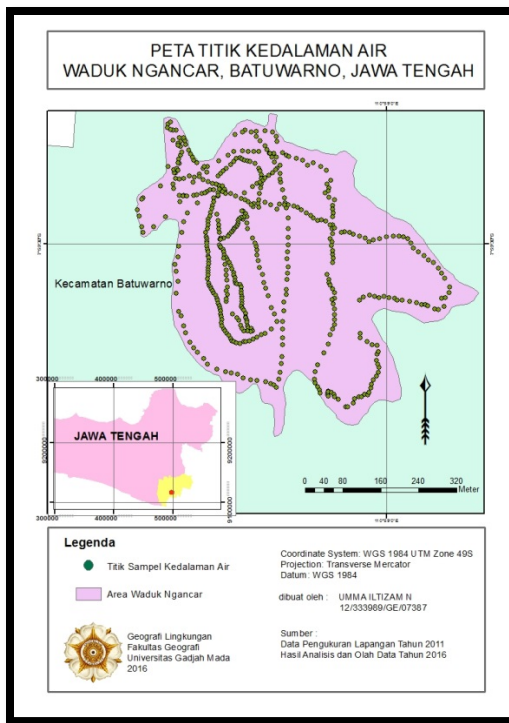
HASIL DAN PEMBAHASAN

Dinamika Tampungan

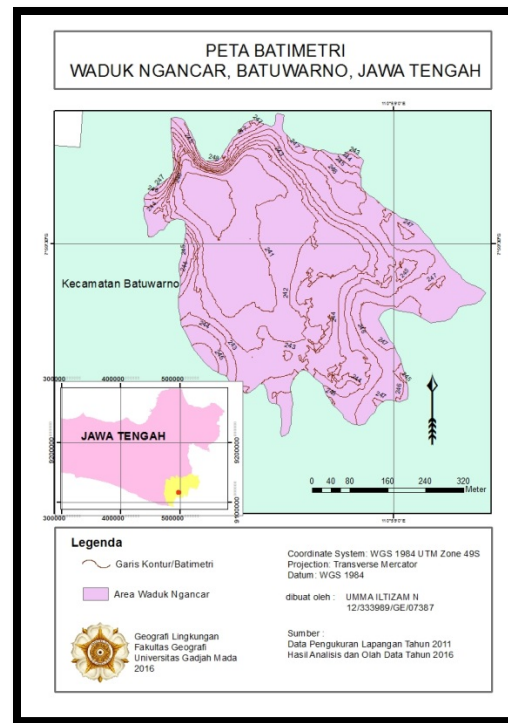
Volume waduk Ngancar dihitung menggunakan persamaan (1) dengan data hasil pengukuran kedalaman danau yang diubah menjadi elevasi. Data kedalaman danau yang diperoleh dari hasil pengukuran sebanyak 521 titik. Persebaran titik sampel kedalaman danau yang diambil terdapat pada Gambar 1. Tepi waduk digunakan untuk membatasi interpolasi dan sebagai titik ikat. Pengeplotan titik kedalaman dengan masing-masing koordinat dilakukan dengan aplikasi Arc-GIS yang kemudian diubah menjadi elevasi dari permukaan laut.

Data elevasi yang diperoleh kemudian diinterpolasi menggunakan metode geostatistik yang terdapat dalam Arc-GIS. Interpolasi dapat menggunakan metode kriging dan IDW. Hasil interpolasi menunjukkan metode interpolasi yang cocok adalah Kriging dengan RMSE sebesar 0.61, sedangkan untuk IDW 0.69.

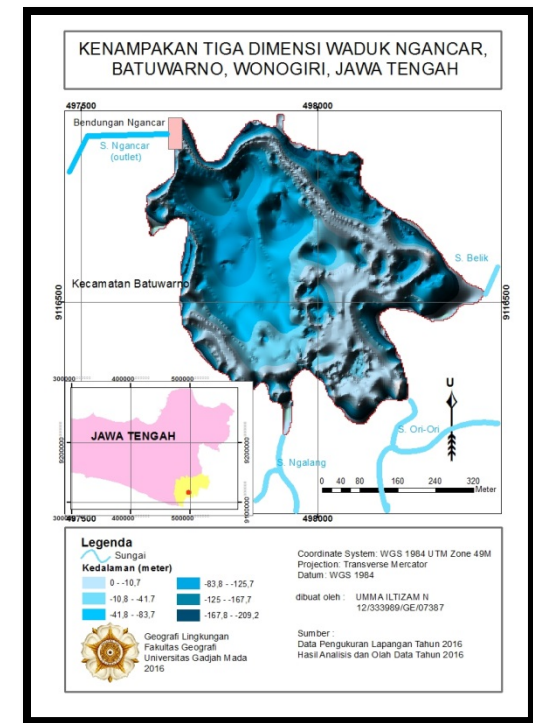
Hasil interpolasi dengan metode kriging kemudian diubah ke dalam bentuk raster.



Gambar 1 Peta Titik Kedalaman Air Waduk Ngancar (Hasil olah data, 2016)



Gambar 2 Peta Batimetri Waduk Ngancar (Hasil olah data, 2016)

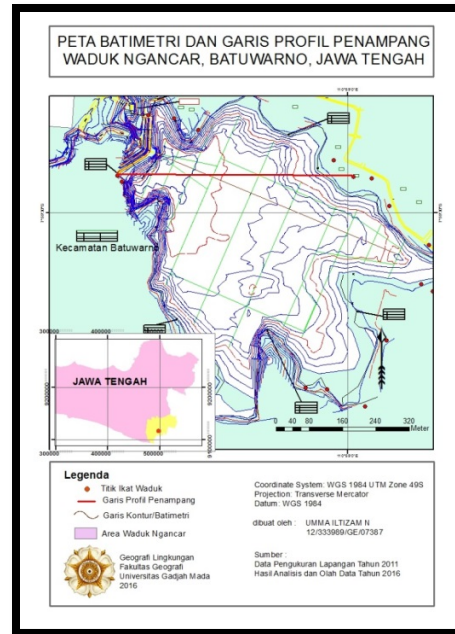


Gambar 3 Kenampakan Tiga Dimensi Waduk Ngancar (Hasil olah data, 2016)

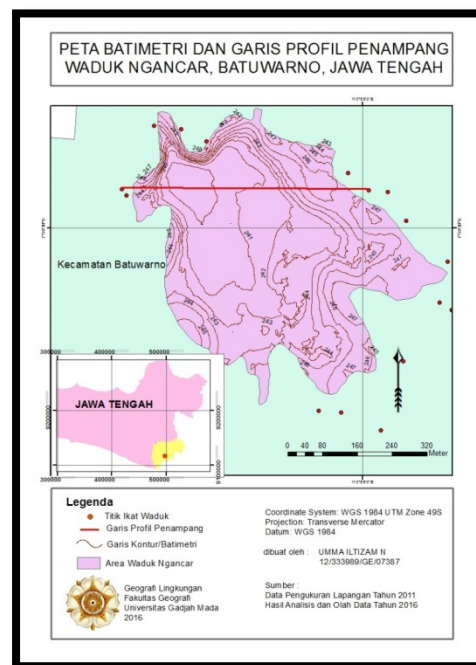
Raster ini yang dijadikan sebagai kontur untuk menghitung volume waduk. Volume Waduk Ngancar dibagi menjadi beberapa elevasi dengan interval konturnya 1 meter seperti pada Gambar 2. Elevasi 248.70 mdpl merupakan elevasi kapasitas mati waduk. Berdasarkan rumus (1) dapat dihitung volume waduk seperti pada tabel 1 volume total Waduk Ngancar pada tahun 2016 berdasarkan perhitungan yaitu sebesar 1269904.65 m³.

Berdasarkan hasil perhitungan volume pada Tabel 2 maka dapat diketahui besaran rata-rata sedimen setiap tahunnya yang mengendap. Besar selisih volume Waduk Ngancar tahun 2011 dengan 2016 yaitu sebesar 296119.75 m³. Rata-rata sedimen yang mengendap setiap tahun yaitu sebesar 59223.95 m³.

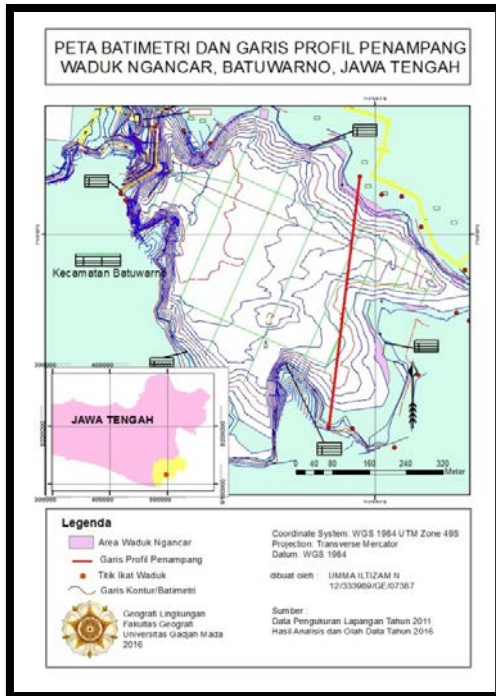
Adanya sedimentasi mengakibatkan perubahan penampang waduk antara 2 tahun pengukuran tersebut. Melalui penampang dasar waduk dapat diketahui lokasi dengan pengendapan yang cukup besar. Lokasi yang dibuat penampang melintang terdapat 2 lokasi. Lokasi pertama lebih dekat dengan outlet, yang dapat dilihat pada Gambar 3 dan Gambar 4, sedangkan lokasi kedua berada di dekat inlet dapat dilihat pada Gambar 5 dan Gambar 6. Profil dasar waduk pada tahun 2011 dan 2016 dapat dilihat pada Gambar 7 dan Gambar 8.



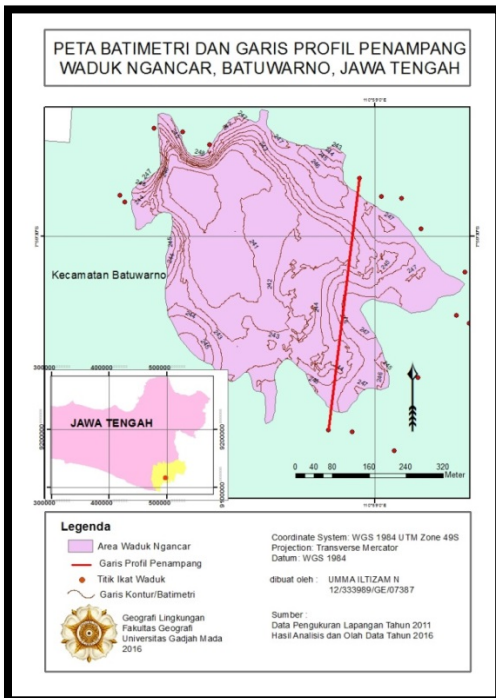
Gambar 4 Garis Profil Penampang Waduk Tahun 2011



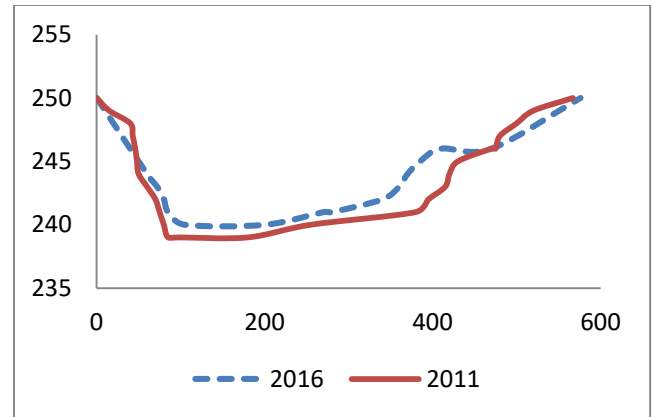
Gambar 5 Garis Profil Penampang Waduk Tahun 2016



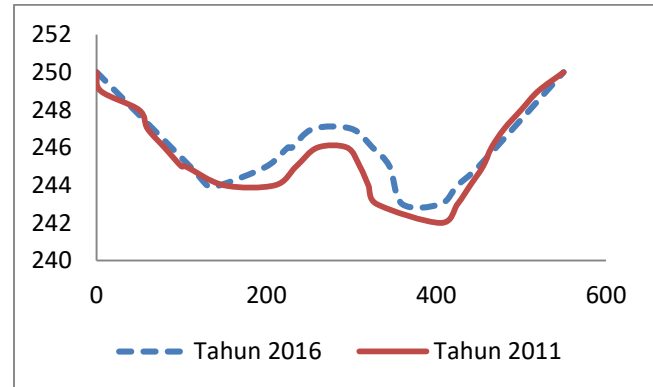
Gambar 6 Garis Profil Penampang II Waduk Tahun 2011



Gambar 7 Garis Profil Penampang II Waduk Tahun 2011



Gambar 8 Penampang Melintang Waduk Ngancar Lokasi Dekat Outlet Tahun 2011 dan 2016 (Hasil Olah Data, 2016)



Gambar 9 Penampang Melintang Waduk Ngancar Lokasi Dekat Inlet Tahun 2011 dan 2016 (Hasil Olah Data, 2016)

Tabel 1 Perhitungan Volume Waduk Ngancar Tahun 2016

Elevasi	Luas kontur	Luas genangan	Volume (m3)	Volume total (m3)
240	9998	9998		0
			23095.38	
241	39992	39992		23095.38
			58336.35	
242	80164	80164		81431.73
			112674.5	
243	151185	151185		194106.28
			155357.3	
244	11554	162739		349463.57
			166364.8	
245	10669	173408		515828.39
			174666.5	
246	6063	179471		690494.90
			184524.3	
247	13921	193392		875019.19
			195367.3	
248	7924	201316		1070386.53
			199518.1	
249	435	201751		1269904.65

Tabel 2 Perhitungan Umur Waduk Ngancar 2016

volume 2016	1269904.65
volume 2011	1566024.40
volume sedimen	296119.75
laju sedimen/tahun	59223.949
sisa umur waduk	21.442417

Sumber : Hasil olah data, 2016

Lokasi kedua seperti halnya lokasi pertama yang mengalami sedimentasi. Tebal sedimen yang terbentuk antara 2 lokasi tersebut sedikit berbeda. Pada lokasi yang dekat dengan inlet lebih tebal dibanding lokasi dekat outlet. Lokasi dekat dengan inlet, sedimennya berukuran lebih besar dibanding lokasi dekat outlet. Selain itu, sedimen yang dekat dengan inlet akan banyak ketika di akhir musim penghujan dan mendekati kemarau. Berbeda dengan sedimen yang dekat dengan outlet dimana ukura sedimen cenderung lebih halus. Sedimen dekat outlet akan lebih banyak terbentuk pada awal musim penghujan, karena debit air yang masuk ke waduk tinggi dan energinya besar. Sedimen yang ada di dekat inlet akan terbawa aliran menuju outlet. Sedimen yang tidak terlarut akan mengendap pada kapasitas mati, sehingga terus menerus dapat mengurangi volume tampungan waduk.

Prediksi Umur Waduk

Prediksi umur waduk dihitung dengan menghitung laju sdimentasi dalam mengisi kapasitas tampungan mati sehingga diketahui waktu yang dibutuhkan sedimen untuk mengisi kapasitas mati (dead storage). Seiring bertambahnya umur waduk, maka kapasitas mati juga semakin berkurang sehingga akan mengganggu pelaksanaan operasional waduk.

Berdasarkan Tabel 2 prediksi umur Waduk Ngancar dihitung menggunakan persamaan (4). Hasil prediksi umur Waduk Ngancar tahun 2016 yaitu 21.44 tahun. Waduk Ngancar masih dapat berfungsi sampai tahun 2037 apabila tidak terjadi penambahan sedimen yang berlebihan di dalam waduk. Umur rancangan awal saat operasional pertama di tahun 1942 adalah 100 tahun yang seharusnya pada tahun 2016 umur Waduk Ngancar masih tersisa 26 tahun. Berdasarkan hasil prediksi umur layanan Waduk Ngancar terbaru,

menunjukkan umur waduk mengalami percepatan selama 5 tahun.

Arahan Pengelolaan DTA

Berdasarkan analisis perubahan tampungan waduk, sedimentasi dan sisa umur Waduk Ngancar, perlu adanya arahan pengelolaan DTA Waduk Ngancar. Daerah kawasan DTA Waduk Ngancar termasuk kawasan hulu Sungai Bengawan Solo. Berdasarkan fungsinya, kawasan hulu merupakan kawasan penyimpanan cadangan air. Maka dari itu kawasan hulu harus terjaga kondisinya agar mampu menangkap hujan yang jatuh hingga meresap maksimal kemudian tersimpan sebagai cadangan air yang menjamin kelangsungan mata air pada kawasan DAS.

Kondisi penggunaan dan tutupan lahan di kawasan DTA Waduk Ngancar lebih banyak berupa tutupan vegetasi. Hal ini mendukung fungsinya sebagai kawasan hulu Sungai Bengawan Solo. Tutupan vegetasi alami yang tersisa sudah sedikit, karena sebagian besarnya telah berubah menjadi tutupan vegetasi yang ditanami oleh perhutani, koramil, dan instansi pendidikan yaitu berupa pohon beringin. Pohon beringin menjadi salah satu alternatif penanaman pada daerah tangkapan air karena memiliki akar dan batang yang kuat. Kekuatan menyerap air pada pohon beringin juga cukup tinggi.

Pembangunan perbaikan akses jalan ke wilayah DTA Waduk Ngancar, tentu mempengaruhi arahan pengelolaannya. Hal tersebut menyebabkan kawasan permukiman semakin meluas. Beberapa rumah dibangun baru pada kawasan DTA tersebut. Kendaraan yang dahulu susah dilalui mobil, bahkan kini sudah dapat melewatinya. Peran pemerintah selain memperbaiki jalan seharusnya juga memperjelas kebijakan akan pengurangan perubahan penggunaan lahan.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

1. Kapasitas tampungan Waduk Ngancar pada tahun 2011 dan 2016 mengalami perubahan, yaitu pada tahun 2011 kapasitas tampungannya sebesar 1566024.40 m³ dan pada tahun 2016 berkurang menjadi 1269904.65 m³. Pengurangan volume tampungan tersebut sebesar 296119.75 m³ yang diasumsikan sebagai sedimen yang mengendap.

2. Hasil prediksi umur Waduk Ngancar terhitung dari tahun 2016 yaitu 21.44 tahun, dimana mengalami percepatan selama 5 tahun. Waduk Ngancar masih dapat berfungsi sampai tahun 2037 apabila tidak terjadi penambahan sedimen yang berlebihan di dalam waduk. Konservasi lahan perlu dilakukan, untuk menjaga kestabilan DTA Waduk Ngancar yang berfungsi sebagai kawasan hulu Bengawan Solo.

Saran

1. Perubahan penggunaan lahan pada DTA Waduk Ngancar sebaiknya diminimalisir karena mulai meluasnya permukiman pada daerah tersebut. Pemerintah ataupun instansi tegas untuk menghambat perubahan penggunaan lahan yang mengakibatkan penurunan kualitas lahan yang berdampak pada erosi hulu.

2. Pertanian di sekitar waduk yaitu pohon jagung, dimana setelah usai panen sisa pohon dibuang begitu saja ke waduk, padahal hal ini yang berkontribusi besar pengendapan di waduk. Lebih jauh lagi, bisa terjadi ledakan alga jika sampah organiknya terlampau tinggi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Dr. Slamet Suprayogi , M.S., selaku dosen pembimbing ;
2. Prof. Ig. Setyawan dan Dr. Nurul Khakhim, M.Si., selaku dosen penguji ;
3. BBWS Bengawan Solo yang telah memberikan data informasi waduk.

DAFTAR PUSTAKA

- Balai Besar Wilayah Sungai Bengawan Solo. (2011). *Studi Pengukuran Sedimentasi Waduk-Waduk di WS Bengawan Solo yang Berada di Propinsi Jawa Tengah*. Surakarta: PT. Geomas Matra Perdana.
- Prasetya, Z. I. (2013). Sifat Fisik & Manfaat Batuan Beku di Desa Sapulante, Kecamatan Pasrepah, Kabupaten Pasuruan, Jawa Timur. *Jurnal Ilmiah MTG, Vol. 6 (1) : 44-69*.
- Wibagiyo, Indroyono, Alip, Pratikno, B., & Haryono. (1998). *Penentuan Lokasi Rembesan pada Dasar Bendungan dengan Teknik Radioisotop di Bendungan Ngancar, Wonogiri*. Jakarta: Pusat Aplikasi Isotop dan Radiasi BATAN.